

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : H02K 9/04, 21/14, 7/14, 1/06	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/37423 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Oktober 1997 (09.10.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/01567 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 1997 (27.03.97) (30) Prioritätsdaten: 196 12 595.2 29. März 1996 (29.03.96) DE (71) Anmelder (nur für AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT JP LU MC NL PT SE SI): AEG HAUSGERÄTE GMBH [DE/DE]; Muggenhofer Strasse 135, D-90429 Nürnberg (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder (nur für CN KR US): KERN, Dietmar [DE/DE]; Klosterweg 82, D-90455 Nürnberg (DE). DIJKSTRA, Jan [NL/DE]; Eibenstrasse 18, D-90574 Roßtal (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: AEG HAUSGERÄTE GMBH; Schröer, Gernot, Patente, Marken & Lizenzen, D-90327 Nürnberg (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, SI, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.	

(54) Title: TURBOMACHINE, ESPECIALLY FOR A DOMESTIC APPLIANCE

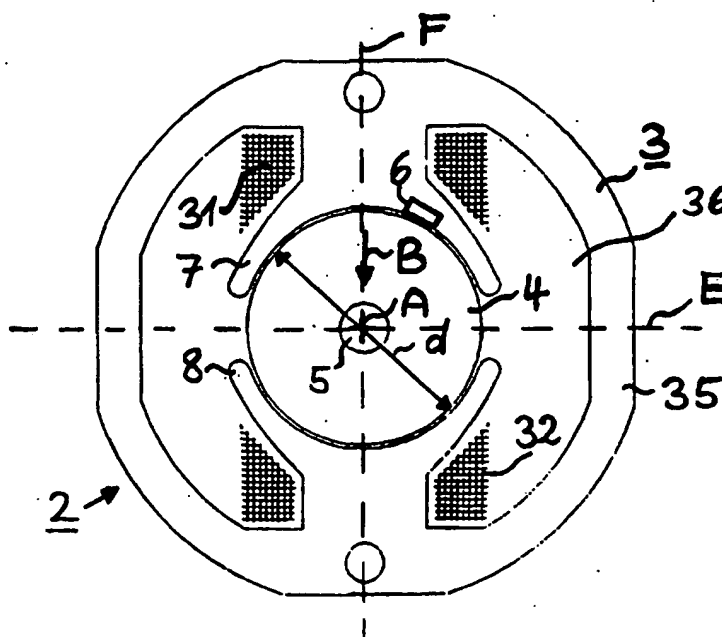
(54) Bezeichnung: STRÖMUNGSMASCHINE, INSBESONDERE FÜR EIN HAUSHALTSGERÄT

(57) Abstract

The use of a permanent magnet syn-  
chronous motor (2) as the drive motor for  
a turbomachine in a domestic appliance.

(57) Zusammenfassung

Verwendung eines  
Permanentmagnet-Synchronmotors (2) als  
Antriebsmotor einer Strömungsmaschine  
in einem Haushaltsgerät.



BEST AVAILABLE COPY

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**Beschreibung**

Strömungsmaschine, insbesondere für ein Haushaltsgerät

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Haushaltsgerät.

In Gebläsen von Staubsaugern werden bisher ausschließlich  
Universalmotoren oder Induktionsmotoren als Antriebsmotoren  
10 verwendet. Diese Universalmotoren weisen einen Stator  
(Ständer) mit Statorwicklungen und einen Rotor (Läufer) mit  
einer Rotorwicklung sowie Kollektorbürsten (Schleifkontakte)  
zur kommutierten Kontaktierung der Rotorwicklung während  
des Laufs des Rotors auf. Da bei solchen Motoren am  
15 Rotor Wärme entsteht, wird der Rotor in der Regel vom Luft-  
strom des vom Motor angetriebenen Gebläserads gekühlt. Diese  
bekannten Staubsaugergebläse mit Universalantriebsmoto-  
ren sind wegen des mechanischen Kontakts und den Lichtbögen  
über die Kollektorbürsten einem vergleichsweise hohen Ver-  
20 schleiß ausgesetzt.

Außer Universalmotoren mit Kommutierung durch die Schleif-  
kontakte sind auch elektronisch, bürstenlos kommutierte  
Permanentmagnet-Motoren bekannt. Bei einem Permanentmagnet-  
25 Motor weist der Rotor anstelle einer Rotorwicklung perma-

nentmagnetisches Material mit zwei oder mehr Magnetpolen auf. Der Stator weist zwei oder mehrere Polschuhe mit Statorwicklungen auf. Diese Polschuhe mit den Statorwicklungen sind so angeordnet und werden so angesteuert, daß ein wechselndes oder drehendes Induktionsfeld des Stators erzeugt wird und auf den Permanentmagnet-Rotor ein Drehmoment ausgeübt wird. Da der Rotor synchron dem Induktionsdrehfeld des Stators folgt, nennt man einen solchen Motor auch Synchronmotor.

10

Aus DE-A-40 21 599, DE-A-39 28 313, DE-A-37 10 658, DE-A-36 22 231 und EP-A-0 682 404 sind bürstenlose Gleichstrom-Permanentmagnet-Motoren bekannt. Anwendungen dieser Motoren sind in diesen Schriften nicht offenbart.

15

Aus DE-A-39 15 539 ist ein elektronisch kommutierter Permanentmagnet-Gleichstrommotor bekannt mit einem Ständer eines Spaltpolmotors, bei dem die den Spaltpol bildenden Kurzschlußwindungen weggelassen sind, und einem zwei- oder mehrpoligen Permanentmagnetläufer. In einer Ausführungsform ist dieser bekannte Gleichstrommotor magnetisch zweipolig und elektrisch einphasig (einsträngig) ausgebildet. Der Läufer weist in dieser Ausführungsform zwei einander entgegengesetzte Magnetpole (Nord- und Südpol) in einem Permanentmagnetring auf, welcher um einen zylindrischen Kern aus magnetisierbarem Material angeordnet ist. Der Läufer wird von einem symmetrisch aufgebauten Ständer umschlossen. Der Ständer weist ein im Querschnitt quadratisches und rahmen-

25

förmiges Jochpaket auf, in das ein Polpaket mit einer Läuferbohrung für den Läufer eingesetzt ist. Das Polpaket umschließt den Läufer parallel zu dessen Drehachse vollständig in Gestalt eines Hohlzylinders und in einem konstanten  
5 Abstand zum Rotor. Auf zwei Fortsätzen des Polpakets sind jeweils eine konzentrierte Induktionswicklung (Ständerwicklung) angeordnet. In einer die Drehachse des Läufers enthaltenden neutralen Ebene, die nicht symmetrisch zu den Ständerwicklungen und dem von diesen erzeugten Induk-  
10 tionsfeld liegt, sind in dem hohlzylindrischen Polpaket Einschnürungen vorgesehen, in denen das Magnetfeld schon bei geringen Wicklungsströmen in Sättigung geht. Neben der neutralen Ebene ist ferner ein Läuferstellungssensor angeordnet, der zur elektronischen Kommutierung und Drehrichtungsbestimmung dient. Eine Anwendung des Permanentmagnet-Gleichstrommotors ist in DE-A-39 15 539 nicht angegeben.

In dem deutschen Gebrauchsmuster 90 17 972 U1 ist eine elektrische Küchenmaschine beschrieben mit einem elektro-  
20 nisch kommutierten Permanentmagnet-Motor, der einen vielpoligen scheibenförmigen Läufer und einen Ständerring mit einer Vielzahl von Polschuhen, um die jeweils eine Induktionsspule gewickelt ist, umfaßt.

25 Aus DE-A-38 25 035 ist eine Faß- oder Behälterpumpe mit einem bürstenlosen, elektronisch kommutierten Gleichstrommotor als Antriebsmotor bekannt.

Die DE-A-39 28 313 offenbart einen Schmutzsauger mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor als Antriebsmotor. Der Gleichstrommotor wird im Ansaugkanal des Saugers von der angesaugten Luft gekühlt.

5

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Strömungsmaschine, die insbesondere für ein Haushaltsgerät geeignet ist, anzugeben.

- 10 Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 22.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, als elektrischen Antriebsmotor für eine Strömungsmaschine erstmalig einen  
15 elektrisch einphasigen und magnetisch wenigstens zweipoligen Permanentmagnet-Motor einzusetzen.

Ein Stator dieses Motors weist gemäß Anspruch 1 eine einphasige Induktionswicklungsanordnung auf und erzeugt bei  
20 Bestromen der Induktionswicklungsanordnung ein bezüglich einer die Drehachse des Rotors enthaltenden Hauptsymmetrieebene wenigstens annähernd spiegelsymmetrisches Induktionsfeld (magnetische Flußdichte). Die einphasige Induktionswicklungsanordnung kann eine oder mehrere Induktions-  
25 wicklungen enthalten, die alle von einer einzigen Betriebsspannung (Phase) versorgt werden. Durch die Symmetrie des Induktionsfeldes erreicht man einen höheren Wirkungsgrad des Antriebsmotors als bei einem asymmetrischen Feld, da

ein höherer Anteil der Feldenergie in kinetische Energie des Rotors umgesetzt wird, und ferner werden bei der zeitlichen Änderung des Induktionsfeldes Streufelder unterdrückt.

5

Mit dem Antriebsmotor gemäß der Erfindung weist die Strömungsmaschine eine Reihe von Vorteilen gegenüber herkömmlichen Strömungsmaschinen mit Universal- oder Induktionsmotoren auf:

- 10 • geringerer Verschleiß, da keine mechanische Kommutierung
- längere Lebensdauer
- höhere Zuverlässigkeit
- einfacherer, kompakterer und kostengünstigerer Aufbau
- niedrigere Verlustleistung, insbesondere im Rotor, und
- 15 dadurch bessere Kühlbarkeit
- höherer Wirkungsgrad
- geringere Strömungsverluste
- unempfindlicher gegenüber elektromagnetischen Störungen
- niedrigere Laufgeräusche, was bei Strömungsmaschinen von
- 20 Haushaltsgeräten wegen der besonderen Lärmsensibilität im privaten Wohn- und Arbeitsbereich besonders vorteilhaft ist

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Strömungsmaschine ergeben sich aus den vom Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen.

25

Demnach ist in einer ersten Weiterbildung das Induktionsfeld des Stators auch bezüglich einer zur genannten Hauptsymmetrieebene senkrecht gerichteten, zusätzlichen Symmetrieebene im wesentlichen spiegelsymmetrisch.

5

Die Induktionswicklungsanordnung des Stators kann insbesondere eine verteilte oder auch eine konzentrierte Wicklung umfassen. In einer besonderen Ausführungsform weist die Induktionswicklungsanordnung zwei konzentrierte Induktionswicklungen auf, die am Stator auf entgegengesetzten Seiten des Rotors angeordnet sind.

In einer vorteilhaften Ausführungsform umfaßt der Stator einen den Rotor geschlossen umgebenden und im wesentlichen spiegelsymmetrisch zur Hauptsymmetrieebene ausgebildeten Polkörper aus einem magnetisierbaren Material (mit einer relativen Permeabilität größer eins) und ein Joch, in das der Polkörper lösbar eingesetzt ist.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch ausgezeichnet, daß der Stator zwei einander im wesentlichen spiegelsymmetrisch zur Hauptsymmetrieebene gegenüberliegende Polkörper aus magnetisierbarem Material aufweist, zwischen denen der Rotor angeordnet ist. Da in dieser Ausführungsform zwischen den Polkörpern ein Luftspalt liegt und Luft einen höheren magnetischen Widerstand als das magnetisierbare Material der Polkörpers aufweist, wird ein größerer Teil der Energie des Induktionsfeldes des Stators für



die Bewegung des Rotors genutzt und somit ein höherer Wirkungsgrad erreicht als bei dem Motor mit geschlossenem Polkörper.

- 5 Der Rotor und die Magnetpole des Rotors können auf viele verschiedene Arten realisiert sein. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Rotors umfaßt der Rotor einen Grundkörper, vorzugsweise aus magnetisierbarem Werkstoff, und magnetisches und entsprechend der gewünschten Lage und Zahl  
10 der Magnetpole aufmagnetisiertes Material in Schlitten (Ausnehmungen, Öffnungen, Bohrungen) des Grundkörpers. Das magnetische Material in den Schlitten des Rotors kann mit vorgefertigten, insbesondere gepreßten, gesinterten oder kunststoffgebundenen, Magnetformkörpern, mit mit Bindemittel versehenem Magnetpulver oder Magnetgranulat oder auch  
15 gespritztem, magnethaltigem Kunststoff gebildet sein.

In einer Weiterbildung sind in beiden Richtungen der Drehachse gesehen an den Enden des Rotors Abdeckungen vorgesehen  
20 zum Verhindern des Eindringens von Fremdkörpern in den zwischen Rotor und Stator gebildeten Zwischenraum.

Die entlang der Rotationsachse gemessene Länge des Rotors ist vorzugsweise zwischen etwa halb und etwa doppelt so  
25 groß wie der senkrecht zur Rotationsachse gemessene Durchmesser des Rotors. Dadurch erhält man ein gutes Verhältnis von Oberfläche zu Länge des Rotors und einen besonders guten Wirkungsgrad des Motors.

Zum Betreiben des Motors umfaßt die Strömungsmaschine in einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausführungsform wenigstens einen, dem Stator zugeordneten Sensor, vorzugsweise einen Magnetfeldsensor, zum Erzeugen eines von der Winkelposition des Rotors abhängigen Meßsignals und Mittel zum Bestromen der einphasigen Induktionswicklungsanordnung in Abhängigkeit von dem Meßsignal des Sensors. Die Mittel bestromen die Induktionswicklungsanordnung vorzugsweise immer dann mit einem Strompuls (Stromimpuls) einer vorgegebenen Polarität, wenn das Meßsignal des Sensors einen vorgegebenen Signalwert wenigstens einmal angenommen hat. Insbesondere beaufschlagen die Mittel die Induktionswicklungsanordnung während einer halben Periode des Meßsignals mit einem Strompuls einer vorgegebenen Polarität und während der anderen halben Periode mit einem Strompuls der umgekehrten Polarität. Die Periode des Meßsignals ist im allgemeinen festgelegt durch die Zahl der Pole des Rotors und deren Winkelpositionen.

20

Dadurch erhält man ein Motorsteuerungsprinzip, bei dem der Motor, sobald sich der Rotor dreht, durch Messen der Winkelposition des Rotors sein Induktionsfeld selbst steuert. Das Induktionsfeld wird automatisch, ohne feste externe Ansteuerung, wie beispielsweise bei einer Frequenzansteuerung bei einem Synchronmotor, vom drehenden Rotor während jeder Umdrehung selbst bestimmt, indem der Rotor immer in den gleichen, definierten Winkelpositionen ein Drehmoment

25

(einen Kraftstoß) durch das Induktionsfeld erfährt. Durch diese Maßnahmen sucht sich der Motor bei jeder mechanischen Last (Beanspruchung) durch das Laufrad der Strömungsmaschine selbst seinen zugehörigen Arbeitspunkt mit optimaler

5 Drehzahl und zugehörigem Drehmoment, bei dem die Motorleistung als Produkt von Drehzahl und Drehmoment optimal ist. Mit dieser besonderen Ansteuerung hat die Strömungsmaschine also einen besonders guten Wirkungsgrad.

10 Eine weitere Ausführungsform der Strömungsmaschine ist dadurch ausgezeichnet, daß, wobei der Antriebsmotor so ausgebildet und so in einem Strömungskanal der Strömungsmaschine für ein strömendes Medium angeordnet ist, daß das strömende Medium zwischen den Innenwänden des Strömungskanals und den

15 Außenwänden des Stators des Antriebsmotors durchströmt. Dadurch kann der Stator mit dem strömenden Medium der Strömungsmaschine gekühlt werden.

In einer anderen Ausführungsform kann aber der Antriebsmotor so ausgebildet und so in dem Strömungskanal angeordnet

20 sein, daß die Außenwände des Stators des Antriebsmotors mit den Innenwänden des Strömungskanals abschließen und das strömende Medium den Antriebsmotor durchströmt. Diese Ausführungsform hat einen geringeren Platzbedarf.

25

Ausführungsbeispiele einer Strömungsmaschine und Teile einer Strömungsmaschine gemäß der Erfindung sind im folgenden anhand der Figuren beschrieben. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen Permanentmagnet-Motor als Antriebsmotor für eine Strömungsmaschine im Querschnitt,
- Fig. 2 bis 7 verschiedene Ausbildungen eines Permanentmagnet-Rotors für einen Permanentmagnet-Motor jeweils im Querschnitt
- Fig. 8 einen Permanentmagnet-Antriebsmotor für eine Strömungsmaschine mit zwei Induktionswicklungen
- Fig. 9 einen Permanentmagnet-Antriebsmotor für eine Strömungsmaschine mit einer konzentrierten Induktionswicklung
- Fig. 10 einen Permanentmagnet-Antriebsmotor für eine Strömungsmaschine mit einer verteilten Induktionswicklung
- Fig. 11 eine Strömungsmaschine mit einem Permanentmagnet-Antriebsmotor und besonderen Ansteuermitteln,
- Fig. 12 und 13 eine Strömungsmaschine mit einem innerhalb eines Strömungskanals angeordneten Permanentmagnet-Antriebsmotor und
- Fig. 14 eine weitere Ausbildung eines Permanentmagnet-Rotors für einen Permanentmagnet-Motor im Querschnitt
- jeweils in einer schematischen Darstellung. Einander entsprechende Teile sind in den Fig. 1 bis 14 mit denselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt einen Permanentmagnet-Motor als Antriebsmotor 2 einer Strömungsmaschine mit einem Stator 3 und einem Rotor 4 im Querschnitt. Der Rotor 4 ist vorzugsweise von hohlzylindrischer Gestalt mit einem Durchmesser  $d$  und der Zylinderachse als Drehachse (Rotationsachse) A und ist auf eine parallel zur Drehachse A verlaufende Antriebswelle 5 zum Antreiben eines oder mehrerer nicht dargestellter Lauf-  
räder der Strömungsmaschine gesteckt. Durch die Drehachse A verläuft eine Hauptsymmetrieebene E. Der Rotor 4 ist inner-  
halb des Stators 3 angeordnet, der im wesentlichen symmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E ausgebildet ist und ein Joch 35 sowie zwei mit dem Joch 35 verbundene Polkörper (Polschuhe) 7 und 8. Die beiden Polkörper 7 und 8 sind symmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E angeordnet und umschließen den Rotor 4 klauen- oder halbmondförmig bis auf einen symmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E liegenden Zwischenraum (Spalt) zwischen den beiden Polkörpern 7 und 8. Dieser Zwischenraum ist Teil eines innerhalb des Stators 3 gebildeten Innenraums 36, der auch die für den Rotor 4 vorgesehene zentrale Öffnung umfaßt. Der zwischen Rotor 4 und den Polkörpern 7 und 8 gebildete Luftspalt weist vorzugsweise eine konstante Spaltbreite auf (symmetrischer Luftspalt). Der Stator 3 kann insbesondere als Blechpaket aus einstückigen, vorzugsweise gestanzten, Blechen aus geblechtem Stahl von dem in Fig. 1 dargestellten Querschnitt zusammengesetzt sein.

Jedem der Polkörper 7 und 8 ist auf einem zum Joch 35 hin verlaufenden Verbindungsstück eine konzentrierte Induktionswicklung 31 bzw. 32, beispielsweise eine Kupferspule, zugeordnet. Die beiden Induktionswicklungen 31 und 32 sind  
5 seriell oder parallel zwischen zwei nicht dargestellte Pole einer Versorgungsspannung (Betriebsspannung) von Steuermit-  
teln geschaltet (einphasige Ausführung) und sind zugleich in ihrem Wicklungssinn so aufeinander abgestimmt, daß sie ein gleichgerichtetes magnetisches Induktionsfeld B erzeugen.  
10 In der dargestellten Ausführungsform sind die Induktionswicklungen 31 und 32 symmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E angeordnet und gleich ausgebildet. Dadurch erzeugen die Induktionswicklungen 31 und 32 ein Induktionsfeld B, das spiegelsymmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E ist  
15 (hinsichtlich der Stärke oder des Betrags des Induktionsfeldes B). Die Induktionswicklungen 31 und 32 können aber auch asymmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E angeordnet sein, da die Polkörper 7 und 8 aufgrund ihrer im Vergleich zu Luft hohen Permeabilität das Induktionsfeld B führen und  
20 symmetrisieren. Vorzugsweise ist das Induktionsfeld B und insbesondere auch die Polkörper 7 und 8 und der Rotor 4 zusätzlich spiegelsymmetrisch zu einer weiteren Symmetrieebene F, die orthogonal zur Hauptsymmetrieebene E gerichtet ist und ebenfalls die Drehachse A des Rotors 4 enthält.

25

Das Induktionsfeld B durchdringt den Zwischenraum zwischen den Polkörpern 7 und 8 und damit den Rotor 4. Durch die zwischen den in FIG 1 nicht dargestellten Magnetpolen des

Rotors 4 und dem Induktionsfeld B wirkenden Anziehungs- oder Abstoßungskräfte wird auf den Rotor 4 ein Drehmoment ausgeübt, solange die Pole nicht im Induktionsfeld B ausgerichtet sind. Dieses Drehmoment bewirkt die Rotation des Rotors 4 im Betrieb des Antriebmotors 2. Die an die Induktionswicklungsanordnung mit den Induktionswicklungen 31 und 32 von den nicht dargestellten Steuermitteln angelegte Versorgungsspannung kann in einer Ausführungsform des Antriebmotors 2 als AC-Synchronmotor eine Wechselspannung mit einer vorgegebenen Frequenz, beispielsweise 230 V mit 50 Hz, und in einer Ausführungsform als Gleichstrommotor-Synchronmotor eine Gleichspannung sein, die zu bestimmten Zeitpunkten auf die Induktionswicklungen 31 und 32 gelegt wird, z.B. nach einem Pulswechselverfahren. Bei diesen Ausführungsformen als Synchronmotor folgt der Rotor 4 einem von den Induktionswicklungen 31 und 32 erzeugten und von den Polschuhen 7 und 8 geführten Wechsel- oder Drehinduktionsfeld B synchron.

Bei aus der Gleichgewichtslage gebrachtem und drehendem Rotor 4 wird dem Induktionsfeld B und dem entsprechenden Magnetfeld des Stators 3 das drehende Magnetfeld des Rotors 4 überlagert. Das resultierende Magnetfeld ist ein im wesentlichen zur Drehachse A des Rotors 4 symmetrisches Feld.

Am Stator 3 ist ein Magnetfeldsensor 6 zur Detektion der Lage (Winkelposition) des Rotors 4 angebracht. Der Magnetfeldsensor 6 kann beispielsweise ein Hallgenerator oder

auch ein magnetoresistiver Sensor sein. Bei Verwendung eines bipolaren Hallgenerators ist der Magnetfeldsensor 6 auch in der Lage, die Polarität (Nordpol oder Südpol) des Rotors 4 zu messen. Der Magnetfeldsensor 6 dient zur Bestimmung der Drehrichtung des Rotors 4 für die Steuermittel zur Ansteuerung des Antriebsmotors 2. Anstelle eines Magnetfeldsensors 6 können auch andere Mittel zur Drehpositionserfassung vorgesehen sein, beispielsweise optische oder induktive Positionssensoren.

10

Die Fig. 2 bis 7 zeigen verschiedene Ausführungsmöglichkeiten des Rotors 4 jeweils in einem Querschnitt.

In Fig. 2 ist der Rotor R massiv aus Dauermagnetmaterial aufgebaut, das mit zwei um  $180^\circ$  zueinander versetzten Magnetpolen N (Nordpol) und S (Südpol) versehen ist. In dem Dauermagnetmaterial ist eine zentrale Öffnung 45 für die nicht dargestellte Antriebswelle 5 vorgesehen.

20 Gemäß Fig. 3 besteht der Rotor 4 aus im Querschnitt kreisringförmigem und dreidimensional zylinderschalenförmigem Permanentmagnetaußenteil 47 mit zwei Polen N und S und einem wieder mit der Öffnung 45 versehenen Kern 46 aus einem magnetisierbaren ferromagnetischen Material, insbesondere  
25 weichmagnetischem Eisen wie geblechtem Stahl.

Der Rotor 4 gemäß Fig. 4 weist um den Kern 46 vier dauermagnetische, jeweils viertelzylinderschalenförmige Außenteile



47A bis 47D auf, die alternierend gepolt sind. Dieser Rotor 4 ist also vierpolig ausgebildet. Die Befestigung der aufgesetzten Permanentmagnet-Außenteile 47A bis 47D auf dem Kern 46 gemäß Fig. 4 kann kraft-, form- oder stoffschlüssig erfolgen.

Besonders vorteilhafte Ausführungsformen des Rotors 4 sind in den Fig. 5 bis 7 sowie in Fig. 14 gezeigt. Der Rotor 4 weist in diesen Ausführungsformen jeweils einen massiven Rotorkörper 43, vorzugsweise aus magnetisierbarem Material wie beispielsweise wieder geblechtem Stahl, auf. Der Rotorkörper 43 weist eine zentrale Öffnung 45 und Schlitz(e) (Spalte, Bohrungen, Öffnungen) 42A bis 42F in Fig. 1 oder 41A bis 41D in Fig. 2 oder 40A und 40B in Fig. 3, die mit dauermagnetischem Material gefüllt sind, auf.

Die Größe des Rotorkörpers 43 nimmt in den dargestellten Ausführungsformen von Fig. 5 zu Fig. 7 ab. Die Schlitz(e) 40A bis 42F sind alle gleich groß mit einer gleichen Länge a. Die Schlitzzahl und Schlitzanordnung ist den unterschiedlichen Größen des Rotorkörpers 43 angepaßt. Das hat den Vorteil, daß in der Fertigung ein für verschiedene Rotoren 4 gemeinsames Werkzeug für die Schlitz(e) verwendet werden kann. Es ist natürlich auch möglich, unterschiedliche Schlitzgrößen zu verwenden. Die Schlitzabmessungen werden den mechanischen und magnetischen Anforderungen des Antriebsmotors 2 angepaßt. Die sechs Schlitz(e) 42A bis 42F in Fig. 5, vier Schlitz(e) 41A bis 41D in Fig. 6 und zwei

Schlitze 40A und 40B in Fig. 7 sind symmetrisch zur zentralen Öffnung 45 an der Peripherie des Rotorkörpers 43 angeordnet.

- 5 In Fig. 14 sind zwei im wesentlichen parallel zum Umfang des Zylindermantels des Rotors 4 verlaufende, fast halbkreisförmige Schlitze 44A und 44B vorgesehen.

In einer nicht dargestellten Ausführungsform können auch in  
10 Umfangsrichtung durchgehende Schlitze im Rotor vorgesehen sein.

Zum Einbringen des permanentmagnetischen Materials in die Schlitze 40A bis 42F sowie 44A und 44B gemäß den Fig. 5 bis  
15 7 bzw. Fig. 14 zum Ausbilden der Magnetpole des Rotors 4 sind mehrere Varianten möglich. Zum einen können vorgefertigte gesinterte, gepreßte oder kunststoffgebundene Magnete in die Schlitze eingesetzt werden. Weiter können die Schlitze mit Magnetpulver oder Magnetgranulat, das mit ei-  
20 nem Bindemittel versetzt ist, gefüllt werden. Schließlich kann in die Schlitze auch ein mit einem magnetischen Granulat oder Pulver versetzter, insbesondere thermoplastischer Kunststoff gespritzt werden. In den beiden letztgenannten Ausführungsformen wird das Magnetmaterial nach Einbringen  
25 in die Schlitze entsprechend den gewünschten Vorzugsachsen aufmagnetisiert. Diese Ausführungsformen des Rotors 4 mit Schlitzten in einem Rotorkörper hat den Vorteil, daß die mechanischen Kräfte von dem stabileren Rotorkörper und nicht

vom Magnetmaterial aufgenommen werden und Magnetmaterial eingespart werden kann sowie eine hohe Flexibilität beim Gestalten des Rotors 4 gewährleistet ist.

5 Auch die aus geblechtem Stahl bestehenden Teile des Rotors 4 werden vorzugsweise als Blechpaket gebildet, indem einzelne gemäß dem in den Fig. 5, 6, 7 oder 14 gezeigten Querschnitt gestanzte Bleche miteinander verbunden werden, beispielsweise zusammenschweißt oder zusammengepreßt werden.

10

Zur Lagerung des Rotors 4 können in allen Ausführungsformen am Rotor 4 selbst oder an der Antriebswelle 5 nicht dargestellte Wälzlager oder Metallgleitlager, beispielsweise aus Kupfer, Bronze oder Stahl, eingesetzt werden. Es ist aber  
15 auch die Verwendung von Kunststofflagern möglich, die sowohl im Trockenlauf, naß als auch mit besonderen Gleitmitteln betrieben werden können.

Die Fig. 8 und 9 zeigen Ausführungsformen eines Antriebsmotors 2 mit einem zusammenhängenden, symmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E ausgebildeten, ringförmigen Polkörper 9, der den in den Fig. 8 und 9 nicht dargestellten Rotor 4 vollständig umschließt. Der Polkörper 9 ist ein vom Joch 35 des Stators 3 getrenntes Teil und in das Joch 35 einsetzbar, wobei jeweils zwei Fortsätze 90 und 91 bzw. 95 und 97  
20 jeweils in Ausbuchtungen 92 und 93 bzw. 94 und 96 im Joch 35 eingreifen.

In Fig. 8 hat der Stator 3 wieder einen bezüglich der Hauptsymmetrieebene E symmetrischen Aufbau mit einem quadratischen Joch 35 und zwei symmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E angeordneten und vorzugsweise vorgefertigten Induktionswicklung 31 bzw. 32, die jeweils auf einen der Fortsätze 90 und 91 an dem Polkörper 9 aufgesetzt sind.

Fig. 9 zeigt dagegen eine Ausführungsform mit einem bezüglich der Hauptsymmetrieebene E asymmetrischen Aufbau des Antriebsmotors 2 mit nur einer Induktionswicklung 33, die auf den Fortsatz 95 des Polkörpers 9 aufgesetzt ist und einem asymmetrischen Joch 35. Das Induktionsfeld B, das der Rotor 4 „sieht“, ist dennoch wegen der Symmetrie des Polkörpers 9 symmetrisch zu Hauptsymmetrieebene E.

Eine Ausführungsform eines Stators 3 mit verteilter Induktionswicklung 34 für einen Antriebsmotor 2 ist in Fig. 10 veranschaulicht. Die Induktionswicklung 34 ist in Ausbuchtungen 37 an der Innenseite des Stators 3 derart geführt, daß das von allen Windungen erzeugte resultierende Induktionsfeld B spiegelsymmetrisch zur Hauptsymmetrieebene E ist.

Eine besonders vorteilhafte Ansteuerung des Antriebsmotors 2 ist in der Prinzipskizze der Fig. 11 veranschaulicht. Es ist eine einphasige Induktionswicklungsanordnung 30 vorgesehen, die, gegebenenfalls zusammen mit zusätzlichen Polkörpern, ein an einer Hauptsymmetrieebene E gespiegeltes Induktionsfeld B erzeugt. In dem symmetrischen Induktions-

feld B ist der Permanentmagnet-Rotor 4 so gelagert, daß seine Drehachse A in der Hauptsymmetrieebene E liegt. Der Rotor 4 ist zweipolig ausgebildet mit einem Nordpol N und einem Südpol S. Dem Rotor 4 ist ein Magnetfeldsensor 6 zugeordnet, der ein Meßsignal M erzeugt, das ein Maß für das Magnetfeld des permanentmagnetischen Rotors 4 ist. Bei drehendem Rotor 4 ändert sich das Meßsignal M des Magnetfeldsensors 6 periodisch mit einer Periode von  $360^\circ$  für den Drehwinkel des Rotors 4. Es sind ferner Mittel 12 zum Ansteuern der Induktionswicklungsanordnung 30 mit einem elektrischen Strom I vorgesehen, die vorzugsweise einen Mikroprozessor und elektronische Stellglieder. Diese Mittel 12 sind auch mit dem Magnetfeldsensor 6 elektrisch verbunden und werten das Meßsignal M zum Bilden des aktuellen Stromwertes I aus. Abhängig von einer gewünschten Drehrichtung wird während einer halben Periode von  $180^\circ$  des Meßsignals M die Induktionswicklungsanordnung 30 mit einem Strompuls I einer Polarität bestromt. Während der nächsten halben Periode von  $180^\circ$  wird die Polarität des Stromes I umgekehrt, so daß sich auch die Feldrichtung des Induktionsfeldes B umkehrt (elektronische Kommutierung). Somit wird gewährleistet, daß auf den Rotor 4 immer ein gleichgerichtetes Drehmoment ausgeübt wird und der Rotor 4 sich in die gleiche Richtung dreht. Indem der Strompuls I nur einen Teil der halben Periode von  $180^\circ$  lang währt oder auch einzelne Perioden ausgelassen werden, kann auch die Leistung des Antriebsmotors 2 gesteuert werden. Bei mehr als zwei Magnetpolen des Rotors 4 ist die Periodendauer des Meßsignals M

entsprechend verkürzt, entsprechend der Anzahl der Polwechsel bei einem Umlauf des Rotors 4. Solange dem Magnetfeldsensord 6 ein Nordpol des Rotors 4 gegenüberliegt, entsprechend einer ersten halben Periode von  $180^\circ$  des Meßsignals M, erzeugen die Mittel 12 einen Strom I einer Polarität und umgekehrt bei einem Südpol, entsprechend der anderen halben Periode von ebenfalls  $180^\circ$  des Meßsignals M, einen Strom I umgekehrter Polarität. Zum Anlaufen des Rotors 4 werden zusätzliche elektronische Maßnahmen vorgesehen, insbesondere ein starker Anlaufstromeimpuls und/ oder eine mit vorgegebener Geschwindigkeit alternierende Bestromung zum Erzeugen einer wackelnden Bewegung des Rotors 4, um den Rotor 4 aus seiner Gleichgewichtslage zu bringen. Die Mittel 12 enthalten dazu vorzugsweise eine entsprechende Anlaufsteuerung in Form einer in einem Speicher gespeicherten und von dem Mikroprozessor auslesbaren Wertetabelle.

Bei diesem Motorsteuerungsprinzip gemäß Fig. 11 steuert der Motor, sobald sich der Rotor 4 dreht, durch Erfassen der Winkelposition des Rotors 4 selbst sein Induktionsfeld B und dessen Frequenz. Die Drehzahl des Motors 2 bestimmt sich somit aufgrund der mechanischen Belastung und elektrisch zugeführten Energie und nicht aufgrund einer externen Frequenz wie bei einem konventionellen Synchronmotor.

Das Motorsteuerungsprinzip gemäß Fig. 11 ist nicht auf einen Antriebsmotor für eine Strömungsmaschine beschränkt,

sondern prinzipiell bei jedem einphasigen Permanentmagnet-Motor einsetzbar.

Die Fig. 12 und 13 zeigen die Anbringung des Antriebsmotors 2 innerhalb eines Strömungskanals 10 einer Strömungsmaschine, insbesondere eines Staubsaugergebläses, zum Fördern eines gasförmigen Mediums, beispielsweise Luft L. Im Strömungskanal 10 ist ein Laufrad 13 der Strömungsmaschine angeordnet, das über die Antriebswelle 5 vom Antriebsmotor 2 angetrieben wird und Luft L im Strömungskanal 10 zum Strömen bringt.

In Fig. 12 ist der Antriebsmotor 2 nun so in den Strömungskanal 10 eingebracht, daß zwischen dem Antriebsmotor 2 und den Wänden 14 und 15 des Strömungskanals 10 ein Luftspalt bleibt, so daß die Luftströmung L zwischen den Seitenwänden 14 und 15 des Strömungskanals und der äußeren Mantelfläche des Antriebsmotors 2 durchgeführt wird. Dies bietet sich vor allem dann an, wenn der Antriebsmotor M besonders dicht gewickelt ist, so daß eine Innenbelüftung des Blechpaketes und der Kupferspulen ungünstig ist, und gewährleistet eine Außenkühlung des Antriebsmotors 2. Die Länge l entlang der Drehachse A in der Ausführungsform gemäß Fig. 12 ist höchstens so groß wie die entsprechenden Abmessungen des Stators 3, so daß der Rotor 4 nicht aus dem Stator 3 herausragt, und kleiner als der Durchmesser d des Rotors 4. An den Stirnseiten des Rotors 4 sind am Stator 3 oder Rotor 4 oder der Antriebswelle 5 befestigte Abdeckungen 48 und 49

vorgesehen, die den Zwischenraum zwischen Rotor 4 und Stator 3 abdecken und vor dem Eindringen von Schmutz oder sonstigen Fremdkörpern schützen und gegebenenfalls die ebenfalls dort angeordnete Lager der Rotors 4 schützen.

5

In Fig. 13 füllt der Antriebsmotor 2 den gesamten Strömungskanal 10 im Querschnitt aus, d.h. die Außenwände des Antriebsmotors 2 liegen an den Innenwänden 14 und 15 des Strömungskanals 10 an, so daß hier eine Innenbelüftung des  
10 Blechpaketes und der Kupferspulen zur Kühlung erfolgt. Der Rotor 4 ragt in der Ausführungsform gemäß Fig. 13 aus dem Stator 3 heraus und weist eine größere Länge  $l$  als Durchmesser  $d$  auf.

15 Denkbar ist auch eine Kombination der Belüftungsarten gemäß Fig. 12 und Fig. 13. Bei einer Ausführungsform, die insbesondere bei einem Staubsauger zum Einsatz kommen könnte, ist es vorteilhaft, wenn die Luft zuerst durch den Antriebsmotor geführt wird und anschließend durch den vom Mo-  
20 tor betriebenen Ventilator (Laufrad). Bei Verwendung des Motors in einem Staubsauger kann die Kühlluft entweder aus dem Staubraum stammen oder durch einen Bypass direkt über die Umgebungsluft angesaugt werden.

25 Der beschriebene elektrische Motor eignet sich als Antriebsmotor für Strömungsmaschinen aller Art, insbesondere Gebläse zum Fördern von Luft oder einem anderen Gas, Pumpen zum Fördern flüssiger Medien, Verdichter für Gase oder



Flüssigkeiten oder auch Wärmepumpen, ist jedoch auch für andere elektrische Antriebe geeignet, beispielsweise zum Antreiben einer Wäschetrommel einer Waschmaschine, eines Grilles in einem Herd und ähnlichem. Vorzugsweise kommt der

5 Motor gemäß der Erfindung für Anwendungen in einem Leistungsbereich zwischen etwa 100 W und etwa 2500 W in Betracht. Bevorzugte Verwendung findet der beschriebene Motor als Antriebsmotor einer Strömungsmaschine eines Haushaltsgerätes. Solche Strömungsmaschinen können beispielsweise

10 Gebläse von Staubsaugern, Haartrocknern, Wäschetrocknern oder Haushaltsherden (Kühlgebläse oder Umluftgebläse), Umwälz- und oder Entleerungspumpen von Waschmaschinen oder Geschirrspülmaschinen, Wärmepumpen von Wäschetrocknern oder

15 auch Verdichter (Kompressoren) von Kühl- und/oder Gefriergeräten sein.

**Ansprüche**

1. Strömungsmaschine, insbesondere für ein Haushaltsgerät,  
mit einem elektrischen Antriebsmotor (2), der
- 5 a) einen wenigstens zweipoligen magnetischen Rotor (4), der  
um eine Rotationsachse (A) drehbar ist, und
- b) einen Stator (3) mit wenigstens einem den Rotor (4) we-  
nigstens teilweise umgebenden Polkörper (7,8,9) und mit  
einer dem wenigstens einen Polkörper (7,8,9) zugeordne-  
10 ten einphasigen Induktionswicklungsanordnung (30,31 bis  
34)
- aufweist, wobei
- c) der Stator (3) ein bezüglich einer die Rotationsachse  
(A) des Rotors (4) enthaltenden Hauptsymmetrieebene (E)  
15 im wesentlichen spiegelsymmetrisches magnetisches Induk-  
tionsfeld (B) erzeugt.
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, bei der das Indukti-  
onsfeld (B) des Stators (3) auch bezüglich einer zur ge-  
nannten Hauptsymmetrieebene (E) senkrecht gerichteten, zu-  
20 sätzlichen Symmetrieebene (F) im wesentlichen spiegelsymme-  
trisch ist.

3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der die Induktionswicklungsanordnung des Stators (3) als verteilte Wicklung ausgebildet ist.

5 4. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der die Induktionswicklungsanordnung (30) des Stators (3) zwei am Stator (3) vorgesehene, konzentrierte Induktionswicklungen (31,32) aufweist, die auf entgegengesetzten Seiten des Rotors (4) angeordnet sind.

10

5. Strömungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der der Stator (3) zwei einander im wesentlichen spiegelsymmetrisch zur Hauptsymmetrieebene (E) gegenüberliegende Polkörper (7,8) aufweist, zwischen denen der Rotor  
15 (4) angeordnet ist.

6. Strömungsmaschine nach Anspruch 4 und Anspruch 5, bei der der Stator (3) ein Joch (35) und einen rings um den Rotor (4) geschlossenen Polkörper (33) aufweist, der mit dem  
20 Joch (35) lösbar verbunden ist.

9. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Rotor (4) mit einem zusammenhängenden Körper gebildet ist, der Schlitze (40 bis 44) aufweist, in denen  
25 magnetisches Material angeordnet ist.

10. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, bei der in die Schlitze (40 bis 44) des Rotors (4) vorgefertigte, insbe-

sondere gepreßte oder gesinterte oder kunststoffgebundene, Magnetkörper eingebracht sind.

11. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, bei der die Schlitze  
5 (40 bis 44) des Rotors (4) mit einem mit Bindemittel versehenen Magnetpulver oder Magnetgranulat gefüllt sind.

12. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, bei der die Schlitze  
(40 bis 44) des Rotors (4) mit magnethaltigem Kunststoff  
10 ausgespritzt sind.

13. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der an den Stirnseiten des Rotors (4) Abdeckungen  
(48,49) vorgesehen sind zum Verhindern des Eindringens von  
15 Fremdkörpern in den zwischen Rotor (4) und Stator (3) gebildeten Zwischenraum.

14. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Verhältnis der entlang der Rotationsachse  
20 (A) des Rotors (4) gemessenen Länge (l) des Rotors zum senkrecht zur Rotationsachse (A) gemessenen Durchmesser (d) des Rotors zwischen etwa 0,5 und etwa 2 gewählt ist.

15. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der  
25

a) der Stator (3) wenigstens einen Sensor, insbesondere einen Magnetfeldsensor (6), aufweist, der bei Drehung des

Rotors (4) ein im wesentlichen periodisches Meßsignal (M) erzeugt, und

- b) Mittel (12) zum Bestromen der einphasigen Induktionswicklungsanordnung (30) in Abhängigkeit von dem Meßsignal (M) des Sensors (6) vorgesehen sind.

16. Strömungsmaschine nach Anspruch 15, bei der die Mittel (12) die Induktionswicklungsanordnung (30) während einer halben Periode des Meßsignals (M) mit einem Strompuls einer vorgegebenen Polarität bestromen und während der anderen halben Periode mit einem Strompuls der umgekehrten Polarität bestromen.

17. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Strömungskanal (10) für ein strömendes Medium, wobei der Antriebsmotor (2) so ausgebildet und so in dem Strömungskanal (10) angeordnet ist, daß das strömende Medium zwischen den Innenwänden des Strömungskanals (10) und den Außenwänden des Stators (3) des Antriebsmotors (2) durchströmt.

18. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16 mit einem Strömungskanal (10) für ein strömendes Medium, wobei der Antriebsmotor (2) so ausgebildet und so in dem Strömungskanal (10) angeordnet ist, daß die Außenwände des Stators (3) des Antriebsmotors (2) mit den Innenwänden des Strömungskanals (10) abschließen und das strömende Medium den Antriebsmotor (2) durchströmt.

19. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Gebläse.

5 20. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 18 als Pumpe.

21. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 18 als Verdichter oder Wärmepumpe.

10

22. Verwendung eines elektrisch einphasigen und magnetisch wenigstens zweipoligen Permanentmagnet-Motors als Antriebsmotor (2) für eine Strömungsmaschine, insbesondere in einem Haushaltsgerät.

15

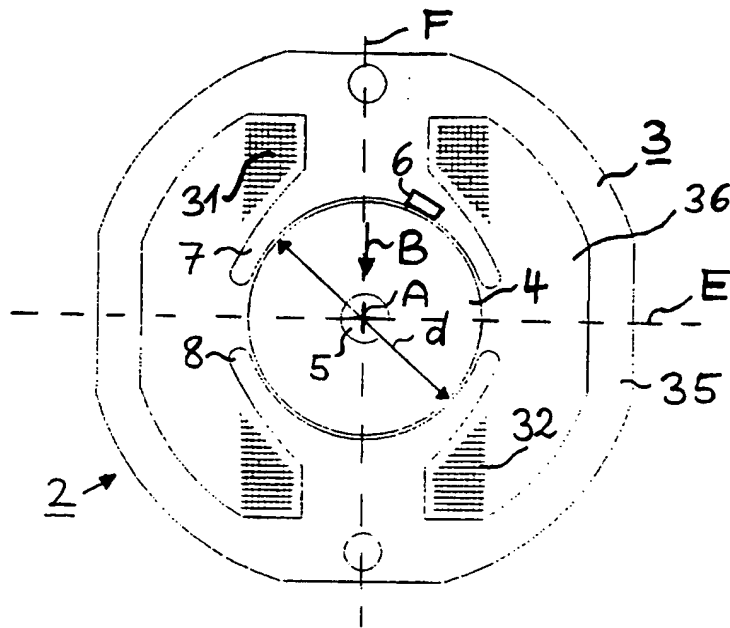


Fig 1

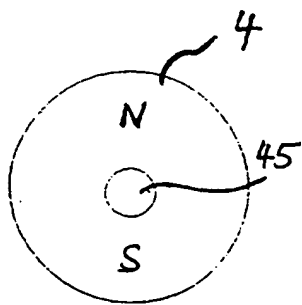


Fig 2

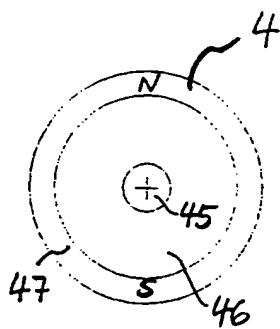


Fig 3

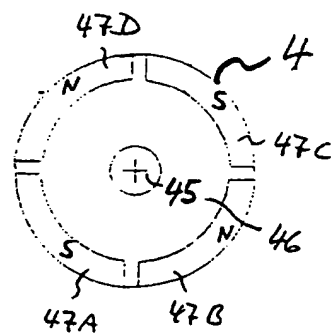


Fig 4

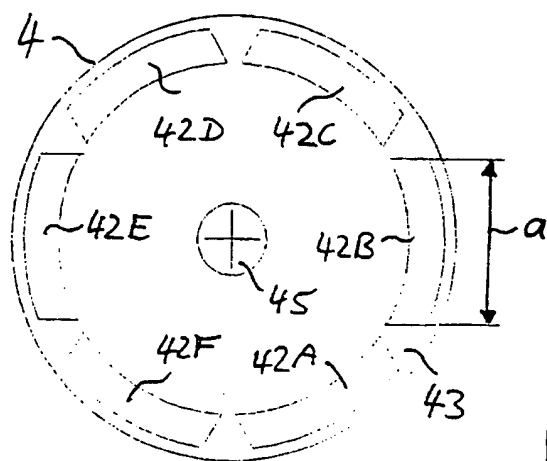


Fig 5

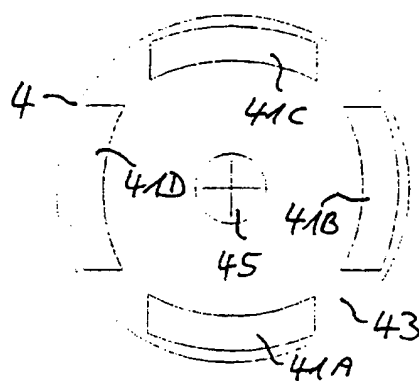


Fig 6

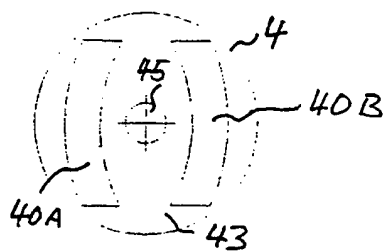


Fig 7



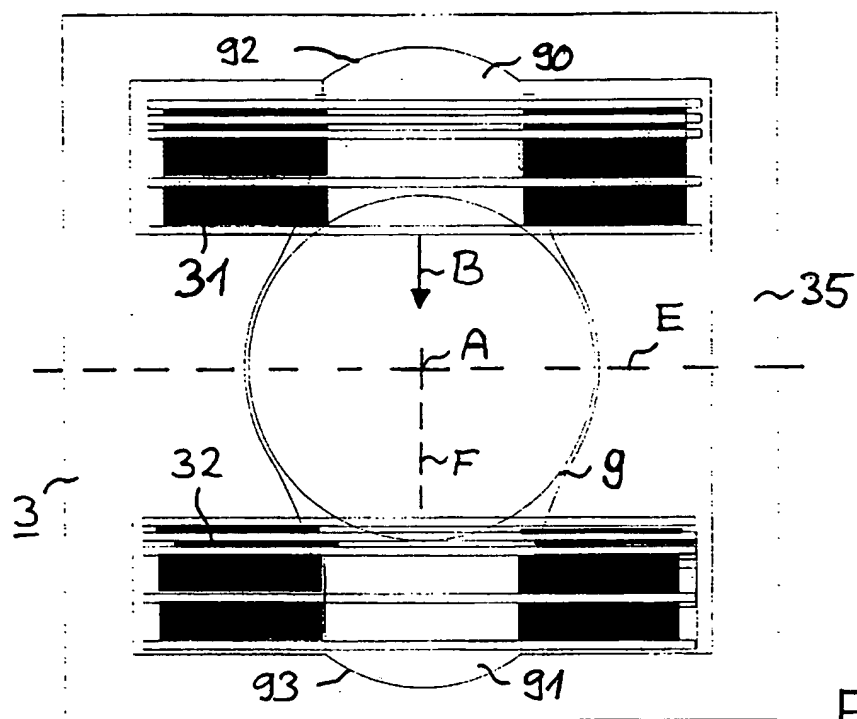


Fig 8

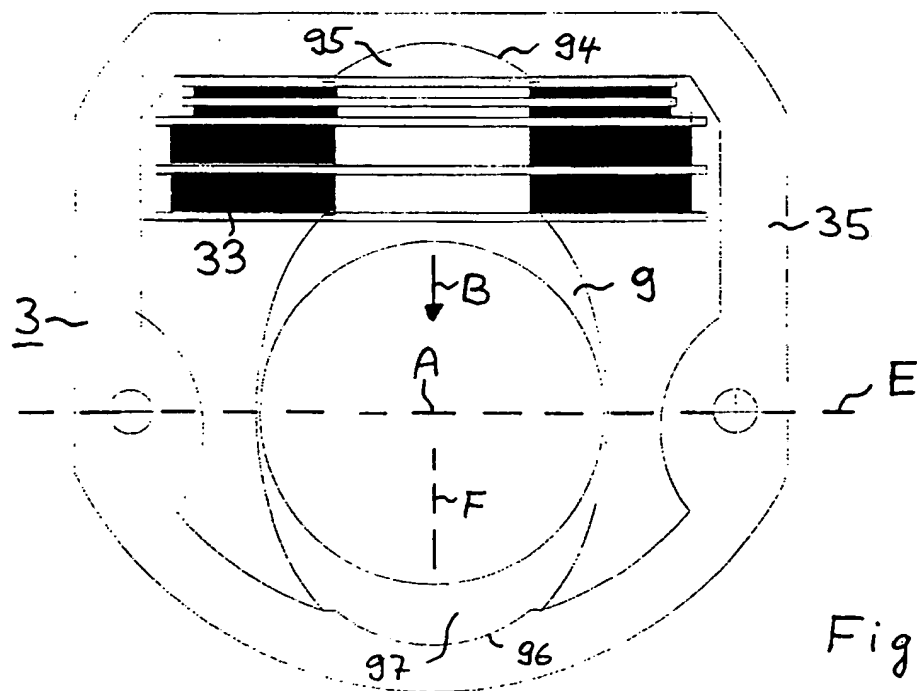


Fig 9

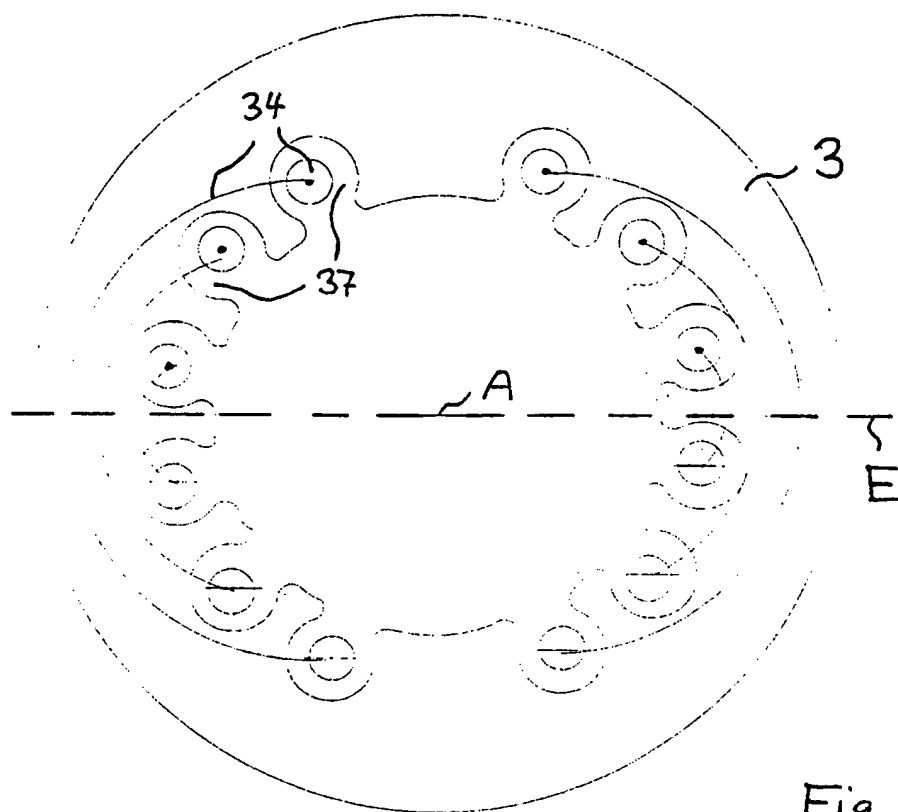


Fig 10

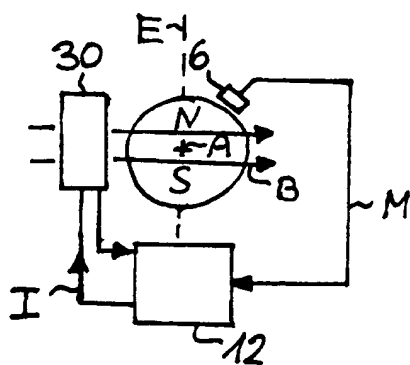
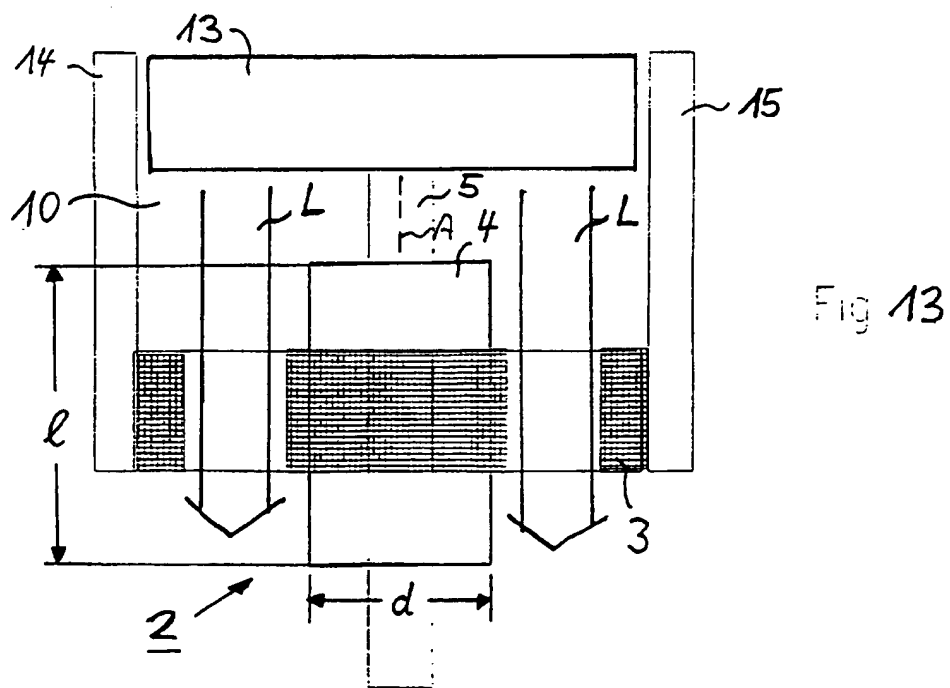
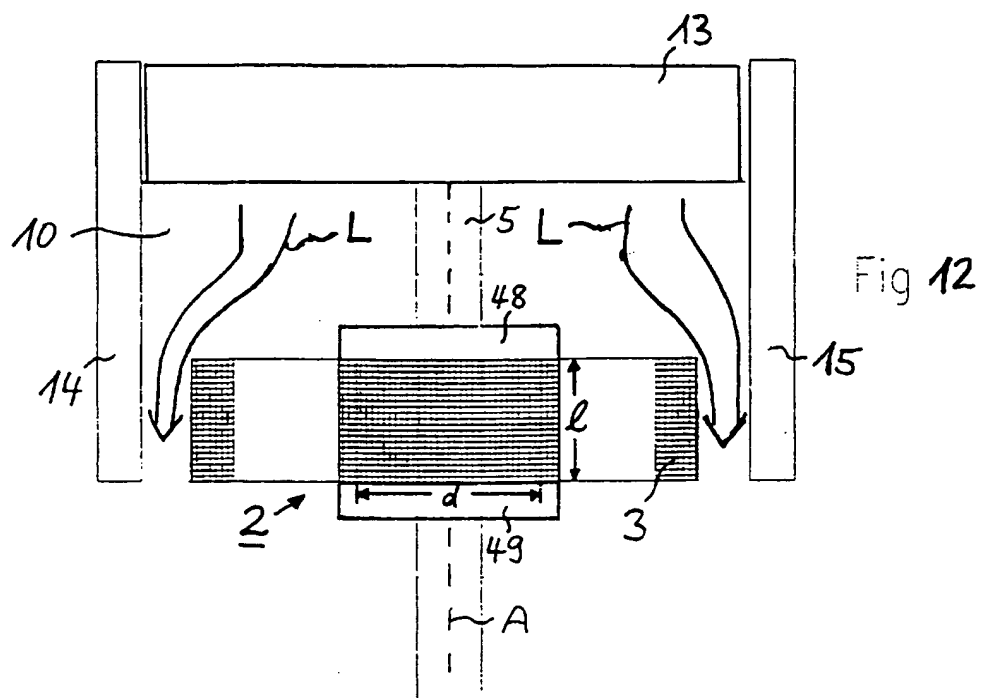


Fig. 11



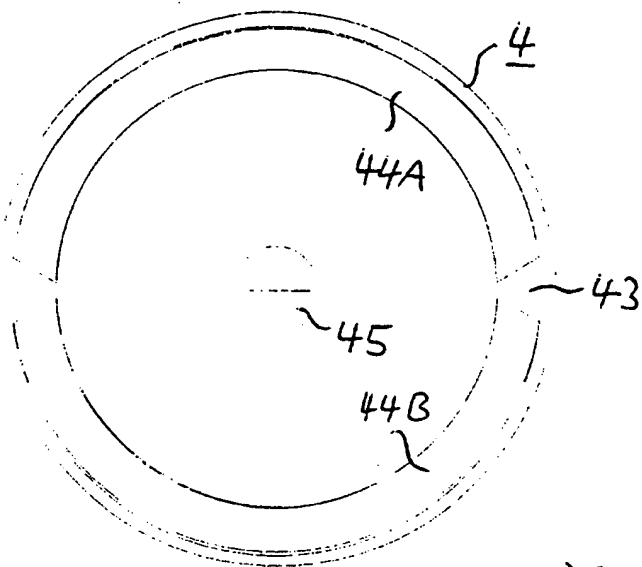


Fig. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**